

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-318314

(43) 公開日 平成7年(1995)12月8日

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 B 11/00

G

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-109967

(22) 出願日 平成6年(1994)5月24日

(71) 出願人 000201814

双葉電子工業株式会社
千葉県茂原市大芝629

(72) 発明者 安田 茂

千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式
会社内

(72) 発明者 安保 光喜

千葉県茂原市大芝629 双葉電子工業株式
会社内

(74) 代理人 弁理士 西村 教光

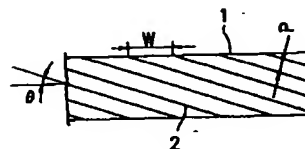
(54) 【発明の名称】 測長装置

(57) 【要約】

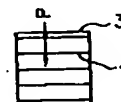
【目的】 スケールの格子欠陥やごみの付着によって測定精度が影響を受けにくい光学式の測長装置を提供する。

【構成】 主スケール1は、その長手方向と鋭角 θ で交差するピッチPの格子2を有する。検出スケール3は格子2と同一ピッチPの格子4を有する。主スケール1の長手方向と格子4が平行となるように両スケールを対面させる。主スケール1の長手方向と直交する明暗のモアレ縞が生じる。縞の間隔Wは $P/\sin \theta$ である。検出スケール3を主スケール1の長手方向に沿って移動させるとモアレ縞は移動方向と平行に動く。両スケールの相対移動方向に沿って複数の検出部5が並ぶ。検出部は、位相が互いに90度異なるA相・B相信号を出力する2個の光電変換素子A、Bからなる検出部5aと、その反転信号を出力する検出部5bからなる。複数の検出信号を処理すれば両スケールの相対的な移動方向とその移動量を高い精度で安定的に検出できる。

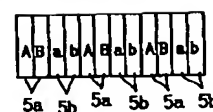
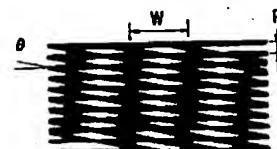
(a)



(b)



(c)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも測定する長さ全長に渡って微細な格子を有するメインスケールと、メインスケールより長さが短くメインスケールの格子に対して傾斜して位置する微細な格子を有するインデックススケールと、メインスケールとインデックススケールの相対的な移動によって生ずる明暗の縞を検出して90度位相の異なる二つの信号を出力する検出部とを備えた測長装置において、前記メインスケールとインデックススケールの相対的な移動方向に対してメインスケールの格子が鋭角をも

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、対面して配設された2つの格子の相対移動に伴って発生する干渉縞の変化を検出し、各格子の相対移動量を測定する光学式の測長装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、工作機械等の加工テーブルの移動量を高精度で読み取る装置として、光学格子を用いた測長装置が知られている。

【0003】図2～図4は、このような光学式の測長装置の原理を説明するための図である。図2に示すように、メインスケール10は細長い矩形板状のガラス基板である。その表面には、その長手方向と直交する方向に金属膜が同一ピッチで配設されてなる微細な格子11が形成されている。インデックススケール12はメインスケール10よりも小さい矩形板状のガラス基板である。その表面には、金属膜からなりメインスケール10の格子11と同一ピッチの格子13が形成されている。メインスケール10に対してインデックススケール12を傾斜させて平行に対面させると、格子11の方向とほぼ直交する方向に明暗の縞模様ができる。これを一般にはモアレ縞と呼んでいる。図2においてインデックススケール12をメインスケール10の長手方向に沿って移動させると、モアレ縞はインデックススケール12の移動方向と直交する図中上下方向に移動する。

【0004】図3に拡大して示すように、一般にモアレ縞は2つの格子の重なり合いで生じ、両格子の重なった交点の軌跡が縞模様の暗部となる。格子間隔をP、2つの格子の傾斜角を θ 、縞の間隔をWとすると、次の式が成り立つ。

$$W = (P \cos(\theta/2)) / \sin \theta \quad (1)$$

【0005】(1)式において θ が十分に小さい時には次の式が成り立つ。

$$W = P / \theta \quad (\theta: \text{ラジアン}) \quad (2)$$

【0006】(2)式から分かるように、モアレ縞の間隔Wは、格子間隔Pを光学的に $1/\theta$ 倍したものである。これは、格子がメインスケールの長手方向にP移動

すると、モアレ縞はこれと直交する上下方向にW移動することを表す。この拡大されたWの変化を読み取ることで、格子の移動量を知ることができる。

【0007】図4は、モアレ縞の移動を読み取る測長装置の構造例を示している。メインスケール10に関してインデックススケール12の反対側には光源14がある。また、インデックススケール12に関してメインスケール10の反対側には検出部15がある。光源14とインデックススケール12と検出部15は共通の基台16に設けられ、メインスケール10に対して相対的に移動する。

【0008】前記検出部15は、移動量を計測するために2個の光電変換素子を有する。2個の光電変換素子はメインスケール10の長手方向と直交する方向に沿って並べられ、図2及び図3に示すモアレ縞の明部と暗部をそれぞれ検出する。モアレ縞の移動により検出部はsin波形の信号を出力するが、2個の光電変換素子の出力する信号は互いに90度位相が異なっている。一方の光電変換素子の信号をA相(sin波)、他方の光電変換素子の信号をB相(cos波)と呼ぶ。両信号を得れば、モアレ縞の移動量と共に両スケールの相対的な移動方向も検出できる。

【0009】前述した従来の光学式の測長装置によれば、測長装置の取付位置が工作機械の加工テーブル等であることから、加工テーブルの厚み以上に厚み(メインスケールの短辺方向の厚み)を厚くすることはできず、できるかぎり薄く形成することが望まれている。また、検出部を複数箇所設ければ安定した検出波形が得られるが、従来の測長装置では、メインスケールの格子が短辺方向に延在して設けられており、これに鋭角で傾斜してインデックススケールの格子が設けられている。従って、モアレ縞は、メインスケールのほぼ短辺方向に移動するように形成される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】そのため、従来の光学式の測長装置によれば、検出部を複数設けようとすると、どうしても、スケールの厚みが大きくなってしまい、加工テーブル等に取り付ける際に、取り付けスペースを確保するのが困難になるという問題があった。そして、このスペースを確保するために、通常では、2個1組の光電変換素子からなる検出部1個によってモアレ縞の明暗を検出しているのに、スケールの格子の欠陥やスケールに付着したごみによって検出波形が大きく影響されてしまい、測長の精度が低下するという問題があった。

【0011】本発明は、スケールの格子欠陥やごみの付着によって測定精度が影響を受けにくい光学式の測長装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載された測

長装置は、少なくとも測定する長さ全長に渡って微細な格子を有するメインスケールと、メインスケールより長さが短くメインスケールの格子に対して傾斜して位置する微細な格子を有するインデックススケールと、メインスケールとインデックススケールの相対的な移動によって生ずる明暗の縞を検出して90度位相の異なる二つの信号を出力する検出部とを備えた測長装置において、前記メインスケールとインデックススケールの相対的な移動方向に対してメインスケールの格子が鋭角をもって傾斜しており、前記移動方向に沿って前記検出部が複数並設されていることを特徴としている。

【0013】

【作用】メインスケールとインデックススケールの相対的な移動方向に沿ってモアレ縞が移動する。同方向に沿って並べられた複数個の検出部は、A相信号及びB相信号からなる検出信号を複数の検出位置において複数組検出する。

【0014】

【実施例】本発明の一実施例を図1(a)(b)(c)を参照して説明する。本実施例の測長装置は、メインスケールとインデックススケールに形成された格子と、検出部の数及び配置が従来と異なる。これ以外の構成、例えば図4に示した機械的な構造等は従来と実質的に同一である。

【0015】図1(a)に示すように、メインスケール1は細長い矩形板状のガラス基板である。その表面には、その長手方向と鋭角 θ で交差する格子2がピッチPで形成されている。メインスケール1の長手方向に平行な一辺に達した隣接する格子2、2の間隔Wは、当然格子2のピッチPよりも大きく、 $W = P / \sin \theta$ となる。

【0016】図1(b)に示すように、インデックススケール3はメインスケール1よりも小さい矩形板状のガラス基板である。その表面には、メインスケール1の格子2と同一ピッチPの格子4が形成されている。

【0017】メインスケール1の長手方向とインデックススケール3の格子4が平行となるように、メインスケール1とインデックススケール3を所定間隔において平行に対面させる。図1(c)に示すように、インデックススケール3の格子4の方向又はメインスケール1の長手方向に対し、これと直交する方向に延びる明暗の縞模様(モアレ縞)が生じる。

【0018】図1において、インデックススケール3をメインスケール1の長手方向(即ちインデックススケール3の格子4と平行な方向)に沿って移動させると、モアレ縞はインデックススケール3の移動方向と平行に図中左右方向に移動する。

【0019】インデックススケール3とメインスケール1の相対移動量Pに対し、モアレ縞は相対移動方向と平行にW移動する。 θ が鋭角であるから、WはPよりも大

さい。

【0020】メインスケール1の長手方向、又はインデックススケール3の格子4の方向、又は両スケール1、3の相対移動方向に沿って、複数個の検出部5が並べられている。本実施例の検出部は、位相が互いに90度異なるA相信号とB相信号を出力する2個の光電変換素子A、Bからなる検出部5aと、反転A相信号と反転B相信号を出力する2個の光電変換素子a、bからなる検出部5bからなる。図1(c)に示すように、本実施例では、モアレ縞の明暗に対応するように検出部5aと検出部5bが交互に3個ずつ1列に並んでいる。

【0021】メインスケール1とインデックススケール3が相対的に移動すれば、その移動方向に沿ってモアレ縞の明暗が移動する。同方向に沿って並べられた複数個の検出部5は、A相信号とB相信号からなる検出信号と、反転A相信号と反転B相信号からなる検出信号を、それぞれ複数の検出位置において検出する。

【0022】メインスケール1とインデックススケール3の一部に何らかの損傷があったり、又はごみ等が付着していても、本実施例の測長装置はこれら複数の検出信号を処理することにより両スケールの相対的な移動方向とその移動量を高い精度で安定的に検出することができる。

【0023】前記一実施例ではインデックススケール3の格子4と移動方向が一致していたが、これは必ずしも一致させる必要はない。メインスケール1とインデックススケール3の相対的な移動方向に対してメインスケール1の格子2が鋭角をもって傾斜しており、このメインスケール1とインデックススケール3によって、メインスケール1の長手方向に沿って明暗の縞が並ぶモアレ縞が形成されればよい。このように両スケール1、3を構成すれば、両スケール1、3の相対移動方向に沿って複数の検出部5(5a、5b)を並べられるので、前述のように安定した検出信号を得るために装置全体を大きくすることなく多数の検出部を配置することができる。

【0024】

【発明の効果】本発明の測長装置によれば、モアレ縞を利用する光学的測長装置において、モアレ縞が両スケールの相対移動方向と同方向に移動するようにし、検出部を同方向に並べられるようにしたので、装置全体の寸法(特にメインスケールの短辺方向の寸法)を大きくすることなく検出部を増やすことができ、これによって格子の欠陥によって生じる検出波形のずれの悪影響を少なくすることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は本発明の一実施例におけるメインスケール1、(b)は同インデックススケール3、(c)は一実施例において得られるモアレ縞と、該モアレ縞に対する検出部の配置例を示す図である。

【図2】従来の測長装置の概略の構造を示す正面図及び

側面図である。

【図3】従来の測長装置において得られるモアレ縞を示す図である。

【図4】従来の測長装置のより具体的な構成を示す側面図である。

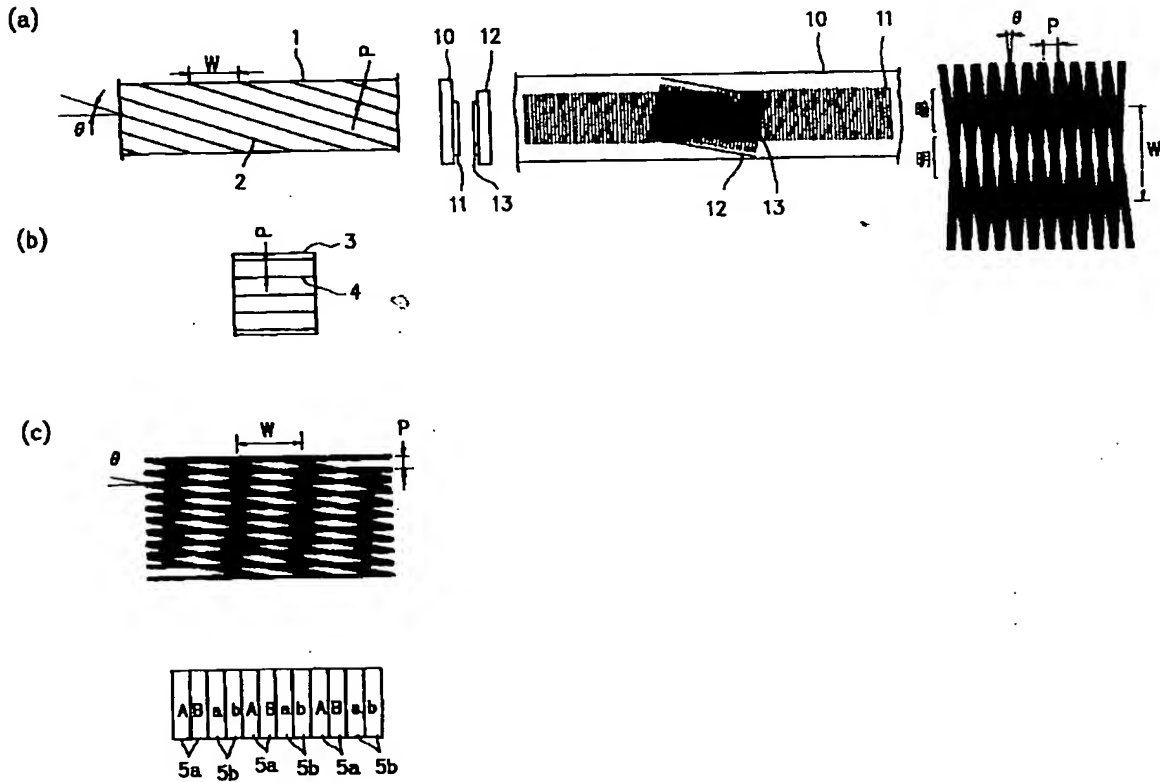
【符号の説明】

- 1 メインスケール
- 2 メインスケールの格子
- 3 インデックススケール
- 4 インデックススケールの格子
- 5, 5a, 5b 検出部

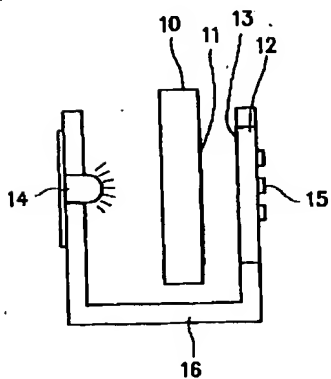
【図1】

【図2】

【図3】



【図4】



(11)Publication number : 07-318314
(43)Date of publication of application : 08.12.1995

(21)Application number : 06-109967 (71)Applicant : FUTABA CORP
(22)Date of filing : 24.05.1994 (72)Inventor : YASUDA SHIGERU
ANPO KOKI

(57)Abstract:

9

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.04.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2861804

[Date of registration] 11.12.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The Maine scale which has a detailed grid over the die-length overall length measured at least, The index scale which has the detailed grid which die length is short, inclines to the grid of the Maine scale, and is located from the Maine scale, In length measurement equipment equipped with the detecting element which outputs two signals with which the stripes of light and darkness produced by relative migration of the Maine scale and an index scale are detected, and phases differ about 90 degrees Length measurement equipment characterized by for the grid of the Maine scale inclining with an acute angle to the relative migration direction of said Maine scale and index scale, and carrying out two or more side-by-side installation of said detecting element along said migration direction.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention detects change of the interference fringe generated with relative displacement of two grids met and arranged, and relates to the optical length measurement equipment which measures the relative displacement of each grid.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, length measurement equipment using the optical grating as equipment which reads the movement magnitude of processing tables, such as a machine tool, with high degree of accuracy is known.

[0003] Drawing 2 - drawing 4 are drawings for explaining the principle of such optical length measurement equipment. As shown in drawing 2, the Maine scale 10 is a long and slender rectangle tabular glass substrate. The detailed grid 11 which comes to arrange a metal membrane in the same pitch in the direction which intersects perpendicularly with the longitudinal direction is formed in the front face. The index scale 12 is a rectangle tabular glass substrate smaller than the Maine scale 10. It becomes the front face from a metal membrane, and the grid 11 of the Maine scale 10 and the grid 13 of the same pitch are formed in it. If the index scale 12 is made to incline to the Maine scale 10 and it is made to meet in parallel, the striped pattern of light and darkness will be made in the direction of a grid 11, and the direction which intersects perpendicularly mostly. Generally this is called the Moire fringe. If the index scale 12 is moved along with the longitudinal direction of the Maine scale 10 in drawing 2, a Moire fringe will move to the drawing Nakagami down which intersects perpendicularly with the migration direction of the index scale 12.

[0004] Generally, a Moire fringe is produced in the overlap of two grids, and the locus of the intersection with which both grids lapped serves as a striped umbra so that it may expand to drawing 3 and may be shown. The following formula will be realized if spacing of theta and stripes is set [a lattice spacing] to W for the tilt angle of P and two grids.

$$W = (P \cos (\theta / 2)) / \sin \theta \quad (1)$$

[0005] (1) In a formula, when small enough, the following formula is realized by theta.

$$W = P / \theta \quad (\theta: \text{radian}) \quad (2)$$

[0006] (2) As shown in a formula, the spacing W of a Moire fringe 1/theta Doubles a lattice spacing P optically. When a grid does P migration of this at the longitudinal direction of the Maine scale, a Moire fringe means doing W migration of in the vertical direction which intersects perpendicularly with this. The movement magnitude of a grid can be known by reading change of this expanded W.

[0007] Drawing 4 shows the example of structure of the length measurement equipment which reads migration of a Moire fringe. There is the light source 14 in the opposite side of the index scale 12 about the Maine scale 10. Moreover, there is a detecting element 15 in the opposite side of the Maine scale 10 about the index scale 12. The light source 14, the index scale 12, and a detecting element 15 are formed in the common pedestal 16, and move relatively to the Maine scale 10.

[0008] Said detecting element 15 has two optoelectric transducers, in order to measure movement

magnitude. Two optoelectric transducers are put in order along the direction which intersects perpendicularly with the longitudinal direction of the Maine scale 10, and detect the bright section and umbra of a Moire fringe which are shown in drawing 2 and drawing 3, respectively. Although a detecting element outputs the signal of a sin wave by migration of a Moire fringe, the signals which two optoelectric transducers output differ in the phase about 90 degrees mutually. The signal of the optoelectric transducer of an A phase (sin wave) and another side is called a B phase (cos wave) for the signal of one optoelectric transducer. If both signals are acquired, the relative migration direction of both scales is also detectable with the movement magnitude of a Moire fringe.

[0009] According to the conventional optical length measurement equipment mentioned above, since the attaching position of length measurement equipment is the processing table of a machine tool etc., whether thickness (thickness of the direction of a shorter side of the Maine scale) is made by the ability not thickening more than the thickness of a processing table and to form thinly are desired. Moreover, although the detection wave stabilized when preparing two or more detecting elements is acquired, with conventional length measurement equipment, the grid of the Maine scale is extended and prepared in the direction of a shorter side, it inclines in this by the acute angle, and the grid of an index scale is prepared in it. therefore, a Moire fringe -- the Maine scale -- it is formed so that it may move in the direction of a shorter side mostly.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, when according to conventional optical length measurement equipment it was going to prepare two or more detecting elements, and the thickness of a scale became large and it surely attached in a processing table etc., there was a problem that it became difficult to secure an installation tooth space. And by usual, in order to secure this tooth space, since one detecting element which consists of two-piece 1 set of optoelectric transducers had detected the light and darkness of a Moire fringe, a detection wave will be greatly influenced by the contaminant adhering to the defect and scale of a grid of a scale, and there was a problem that the precision of length measurement fell.

[0011] This invention aims at offering the optical length measurement equipment with which the accuracy of measurement cannot be influenced easily by the lattice defect of a scale, or adhesion of a contaminant.

[0012]

[Means for Solving the Problem] The Maine scale which has a detailed grid over the die-length overall length which measures at least the length measurement equipment indicated by claim 1, The index scale which has the detailed grid which die length is short, inclines to the grid of the Maine scale, and is located from the Maine scale, In length measurement equipment equipped with the detecting element which outputs two signals with which the stripes of light and darkness produced by relative migration of the Maine scale and an index scale are detected, and phases differ about 90 degrees The grid of the Maine scale inclines with an acute angle to the relative migration direction of said Maine scale and index scale, and it is characterized by carrying out two or more side-by-side installation of said detecting element along said migration direction.

[0013]

[Function] A Moire fringe moves along the relative migration direction of the Maine scale and an index scale. Two or more detecting elements put in order along this direction detect two or more sets of detecting signals which consist of an A phase signal and a B phase signal in two or more detection locations.

[0014]

[Example] One example of this invention is explained with reference to drawing 1 (a), (b), and (c). The grid by which the length measurement equipment of this example was formed in the Maine scale and the index scale, the number of detecting elements, and arrangement differ from the former. The mechanical structure shown in the configuration of those other than this, for example, drawing 4, is substantially [as the former] the same.

[0015] As shown in drawing 1 (a), the Maine scale 1 is a long and slender rectangle tabular glass

substrate. The grid 2 which crosses by the longitudinal direction and acute angle θ is formed in the front face in the pitch P . Naturally, the spacing W of the adjoining grids 2 and 2 which amounted to one side parallel to the longitudinal direction of the Maine scale 1 is large, and is set to $W = P / \sin \theta$ from the pitch P of a grid 2.

[0016] As shown in drawing 1 (b), the index scale 3 is a rectangle tabular glass substrate smaller than the Maine scale 1. The grid 2 of the Maine scale 1 and the grid 4 of the same pitch P are formed in the front face.

[0017] The Maine scale 1 and the index scale 3 are set, and predetermined spacing is made to meet in parallel so that the longitudinal direction of the Maine scale 1 and the grid 4 of the index scale 3 may become parallel. As shown in drawing 1 (c), the striped pattern (Moire fringe) of the light and darkness prolonged in the direction which intersects perpendicularly with this arises to the direction of the grid 4 of the index scale 3, or the longitudinal direction of the Maine scale 1.

[0018] In drawing 1, if the index scale 3 is moved along with the longitudinal direction (namely, direction parallel to the grid 4 of the index scale 3) of the Maine scale 1, a Moire fringe will move to the migration direction of the index scale 3, and parallel at the longitudinal direction in drawing.

[0019] W migration of a Moire fringe is done with the relative-displacement direction to the relative displacement P of the index scale 3 and the Maine scale 1 at parallel. Since θ is an acute angle, W is larger than P .

[0020] Two or more detecting elements 5 are put in order along the longitudinal direction of the Maine scale 1, the direction of the grid 4 of the index scale 3, or the relative-displacement direction of both the scales 1 and 3. The detecting element of this example consists of detecting-element 5b set to detecting-element 5a which a phase becomes from two optoelectric transducers A and B which output an A phase signal which is mutually different 90 degrees, and a B phase signal from two optoelectric transducers a and b which output a reversal A phase signal and a reversal B phase signal. As shown in drawing 1 (c), by this example, it has located in a line detecting-element 5a and detecting-element 5b at a time by turns [three] with one train so that it may correspond to the light and darkness of a Moire fringe.

[0021] If the Maine scale 1 and the index scale 3 move relatively, the light and darkness of a Moire fringe will move along the migration direction. Two or more detecting elements 5 put in order along this direction detect the detecting signal which consists of an A phase signal and a B phase signal, and the detecting signal which consists of a reversal A phase signal and a reversal B phase signal in two or more detection locations, respectively.

[0022] Even if some of Maine scales 1 and index scales 3 have a certain damage or the contaminant etc. has adhered to it, the length measurement equipment of this example can detect stably the relative migration direction and movement magnitude of both scales in a high precision by processing the detecting signal of these plurality.

[0023] Although the grid 4 and the migration direction of the index scale 3 were in agreement in said one example, it is not necessary to make this not necessarily in agreement. The grid 2 of the Maine scale 1 inclines with an acute angle to the relative migration direction of the Maine scale 1 and the index scale 3, and the Moire fringe with which the stripes of light and darkness are located in a line along with the longitudinal direction of the Maine scale 1 with this Maine scale 1 and the index scale 3 should just be formed. Thus, if both the scales 1 and 3 are constituted, since two or more detecting elements 5 (5a, 5b) can be put in order along the relative-displacement direction of both the scales 1 and 3, many detecting elements can be arranged, without enlarging the whole equipment, in order to obtain the detecting signal stabilized as mentioned above.

[0024]

[Effect of the Invention] Since according to the length measurement equipment of this invention it is made for a Moire fringe to move in the relative-displacement direction and this direction of both scales and the detecting element was put in order in this direction in the optical length measurement equipment using a Moire fringe A detecting element can be increased without enlarging the dimension (especially dimension of the direction of a shorter side of the Maine scale) of the whole equipment, and it is effective in the ability to lessen the bad influence of a gap of the detection wave produced according to

the defect of a grid by this.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] (a) is the Moire fringe which sets the Maine scale 1 in one example of this invention, and (b) to this index scale 3, sets (c) in the one example, and is obtained, and drawing showing the example of arrangement of the detecting element to this Moire fringe.

[Drawing 2] It is the front view and side elevation showing the structure of the outline of conventional length measurement equipment.

[Drawing 3] It is drawing showing the Moire fringe obtained in conventional length measurement equipment.

[Drawing 4] It is the side elevation showing the more concrete configuration of conventional length measurement equipment.

[Description of Notations]

- 1 Maine Scale
- 2 Grid of Maine Scale
- 3 Index Scale
- 4 Grid of Index Scale
- 5, 5a, 5b Detecting element

[Translation done.]